

PUBN-DATE: October 19, 1985

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

INOUE, KIYOSHI

COUNTRY

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

INOUE JAPAX RES INC

COUNTRY

APPL-NO: JP59061215

APPL-DATE: March 30, 1984

INT-CL (IPC): B23H 1/04

ABSTRACT:

PURPOSE: To extensively process a workpiece in its shape without exchanging a guide member in the captioned electric discharge machining device with use of an elongated electrode such as a wire electrode by individually and selectively employing a plurality of electrode guides in combination according to the shape of the workpiece, and allowing the electrodes to move forward and backward.

CONSTITUTION: Electrode guides 6a~6e selected in combination with use of a predetermined program, etc., are forcedly moved forward and backward by an electrode guide displacing mechanism 7 along the Z axis direction while driven by separate motors 7a-1~7e-1, and shapes of the tips of the electrode guides 6a~6e are set to a prescribed shape to be processed. Hereby, a tape electrode 5 is adapted to travel along the prescribed shape to be subjected to electric discharge machining. The workpiece 1 is moved in the X and Y axis directions by a cross slide table together with a processing tank (not shown in the figure). With the arrangement described above, the workpiece can be subjected to electric discharge machining, in its extensive shape.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio

③ 公開特許公報(A) 昭60-207722

④ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④公開 昭和60年(1985)10月19日

B 23 H 1/04

7908-3C

審査請求 未請求 発明の数 1 (全10頁)

⑤発明の名称 放電加工装置

⑥特 願 昭59-61215

⑦出 願 昭59(1984)3月30日

⑧発 明 者 井 上 高 東京都世田谷区上用賀3丁目16番8号

⑨出 願 人 株式会社井上ジャパツ 横浜市緑区長津田町字道正5289番地

クス研究所

⑩代 理 人 弁理士 最上 正太郎

要 約

1. 発明の名称

放電加工装置

2. 特許請求の範囲

1) 被加工体に対して所定の加工間隙を保って対向せしめた電極室内子の表面に、テーパー電極、線状電極、ワイヤ電極等の細長い電極体を挿入し、上記加工間隙に加工液を供給しつつ上記電極体と被加工体間に電圧パルスを加えて両者間にパルス放電を生ぜしめ、且つ上記加工間隙を適正に保ちつつ上記電極室内子と被加工体間に相対的な加工送りを行なうことにより加工を行なう放電加工装置に於て、

上記電極室内子を複数本設け、上記電極体を上記複数本の電極室内子間に挿入せしめると共に、その接続回路が所望の加工形状に適合するように上記電極室内子のそれぞれを個別に選択組合せ使用し、且つその位置を遠隔等移動せしめる電極室内子変位機構を設けたことを特徴とする上記の放電

加工装置。

2) 上記電極体を連続的に走行せしめる特許請求の範囲第1項記載の放電加工装置。

3) 上記電極体を間歇的に走行せしめる特許請求の範囲第1項記載の放電加工装置。

4) 上記電極室内子変位機構の駆動制御を、上記加工送りを制御する数値制御装置によって加工送りと関連させて制御する特許請求の範囲第1項記載の放電加工装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は放電加工装置に関し、特に被加工体に対して所定の加工間隙を保って対向せしめた電極室内子の表面に沿って、ワイヤ電極、テーパー電極、線状電極等の細長い電極体を挿入して加工を行なう放電加工装置に関する。

放電加工装置は、機械力を被加工体に直接作用させて加工を行なう通常の機械加工と異なり、被加工体と電極との間に間歇的な電圧パルスを加え、被加工体表面に生じる放電侵蝕を利用する非接触加工であるため、被加工体が導電性の材質で

あれば、その硬度や靱性に關係なく、いかなる形状、微細な形状をも加工することができるという利点を有している。また、被加工体及び電極に加わる力が機械加工等に比べて著しく小さいので薄い板や管、細い線の加工も容易に行なうことができる。

而して、通常、放電加工装置に於ては、放電加工中、電極と被加工体との間に異常アーク放電等が発生しないように上記被加工体及び電極の上下等対向方向への加工送り等の移動はサーボ制御装置によって制御されるように構成されている。

然しながら、放電による電極の消耗は不可避である。場合によっては上記電極の加工送りが適切に行なわれないために、高価な電極が異常に消耗したりするという問題点があった。

特に、大型の型厚く電極の場合には、消耗した電極の交換作業に大変な費用と手間がかかる等の問題もあった。

上記の問題を解決するために、所望の加工形状に近じた成形面を有し、上記成形面が被加工体と

相對向するよう配置される電極室内体を設け、上記電極室内体の上記成形面にテーパ電極、網状電極、ワイヤ電極等の細長く且つ柔軟な電極体を密着させて走行更新せしめつつ放電加工を行ない、使用後の消耗した電極体を逐次回収若しくは廃棄するように構成した放電加工装置が提供され、これにより、實質的に加工用電極を消耗変形させることなく長時間の加工を行なうことが可能となった。

然しながら、上記のような放電加工装置も、被加工体の形状や加工の目的に応じて上記電極室内体を適宜交換する必要がある。特に、大型の電極室内体の場合には、交換作業に手間がかかり、また交換後のテーパ状電極の設置や電極室内体の位置決め配置等が煩雑であるという問題点があった。

本発明は以上の観点にたつてなされたものであって、その目的とするところは、上記電極室内体を交換することなく、多種多様の加工形状に対応し得る放電加工装置を提供することにある。

而して、上記の目的は、複数の電極室内子を設け、テーパ電極、網状電極、ワイヤ電極等の細

長く且つ柔軟な電極体を上記複数の電極室内子間に装設せしめると共に、その装設位置が所望の加工形状に適合するよう上記電極室内子のそれぞれを個別に選択組合せ使用し且つその位置を適宜移動せしめる電極案内位置機構を設けることによって達成される。

以下、図面により本発明の詳細を具体的に説明する。

第1図は本発明に係る放電加工装置の一実施例の要部を示す説明図、第2図はその作動を示す説明図、第3図は本発明に係る放電加工装置のその他の一実施例の要部を示す説明図、第4図は本発明に係る放電加工装置の電極案内子の異なった一実施例を示す説明図、第5図はその作動を示す説明図、第6図は本発明に係る放電加工装置の更に異なった一実施例の要部を示す説明図、第7図は本発明に係る放電加工装置の電極案内子の更に異なった一実施例を示す説明図、第8図は第7図に示した電極案内子の詳細を示すための第7図中B-B線に沿った拡大断面図である。なお、各図中、

同一の符号を付したものは同一若しくは同等の構成を有する構成要素を示している。

而して、第1図中、1は被加工体、2は図示されていない放電加工装置本体のカラムから加工テーブル上に伸びるアームに昇降自在に、そして通常は回転自在に設けられるスラム3の先端に取り付けられた加工ヘッド、4はスラム3を図中上下(2軸)方向に昇降させ、2軸方向の加工送りを与えるモータ、5はテーパ電極、ワイヤ電極、網状電極等の細長く且つ柔軟な電極体(以下単に「テーパ電極」という。)、6aないし6bは電極案内子、7は電極案内子装位機構、8はテーパ電極供給ドラム、9はテーパ電極供給ドラム8を回転させてテーパ電極を送り出した後或いは上記テーパ電極供給ドラム8に制動力を与えたりする制動ローラ、10、11はガイドローラ、12、13は通電ピン、14は上記ガイドローラ10、11及び通電ピン12、13を収容し、モータ13によってガイドローラ14、15に沿って移動せしめられる電極送り位置調節機構、16はキャブスタシ、17はピンチローラ、17は上記

キャプスタン15及びピンチローラ16を収容し、モータ18によってガイドレール19、19に沿って移動せしめられる電極引取位置調整機構、又は消滅したテープ電極5を回収する電極回収ドラムである。

なお、上記通電ビン11、11と被加工体1との間に放電加工のための所定の電圧パルスを供給する電極装置や、被加工体1を収容し内部に加工液を満たす加工タンク、加工部分に加工液を供給するノズル、被加工体1と電極案内子6aないし6aとの間に途中X-Y軸方向の加工送りを与えるために上記加工タンクを駆動するクロススライドテーブルとその駆動用モータ、上記各被加工送りを予め定められたプログラムに従って制御制御する数値制御装置等々は、通常の放電加工装置に使用される公知のもので同様であるので図では省略してある。

而して、テープ電極5は、上記電極供給ドラム6から引き出され、ガイドローラ19、19や通電ビン11、11間を通過した後、電極案内子6aの先端まで導かれ、更に複数の電極案内子6aないし6aの先端に接触しつつ移動し、連続的又は間歇的に回転

するキャプスタン15及びピンチローラ16によって強い牽力を受けつい、電極回収ドラム10に回収されるようになっている。

而して、加工中は、電極案内子6aないし6aが被加工体1に対して所定の加工間隙を保って対向せしめ、図では省略した電極装置から通電ビン11、11を通じてテープ電極5と被加工体1との間に電圧パルスを印加し、被加工体表面に生じる放電機械によって放電加工を進行させる。加工間隙には、図では省略した加工液噴出ノズル等を通じて新たな加工液を噴出供給し、加工屑等が汚染された加工間隙内の加工液を常に清浄な加工液と交換するようにする。

而して、被加工体と電極案内子間の加工送りは、被加工体1を収容する加工タンクを駆動したクロススライドテーブル（図では省略）をX軸及びY軸方向に移動させ、また加工ヘッド2全体を開示しないアームに対し、または更に加工ヘッド2の支持アームを開示しないコラムに対してZ軸方向に移動させることによって行なわれる。

また、加工の進行に伴ってテープ電極が消耗するのに応じて、キャプスタン15及びピンチローラ16等を連続的または間歇的に回転させ、加工により消耗したテープ電極を連続的な電極部分に更新する。

而して、テープ電極5は、単純な金属テープ又は細長い鋼状金属であっても良いが、場合によっては多数の切り込み等が設けられた金属テープでこれを引き延ばしたときに鋼状となるようなものでもあって良い。また、テープ電極の代りにワイヤ電極を用いることもできる。

一方、電極案内子6aないし6aの材料としては、耐腐蝕性合金、セラミックス等を用い得るが、金属やプラスチックの裏面をポリテトラフルオロエチレンその他の表面摩擦の小さい樹脂でコーティングして電極体との摩擦摩擦を軽減させるようにしたものや、或いは金属の表面を耐腐蝕材で被覆したものを用いるようにしても良い。

而して、本発明に係る放電加工装置に於ては、加工部分に於ける上記テープ電極の走行経路は、

上記複数の電極案内子6aないし6aのそれぞれの位置及び電極送り、引取位置調整機構12及び17の位置を調節することにより、加工すべき形状に応じて隨意に変更することができ、これによって所望の形状を加工できるようにになっている。

即ち、電極案内子6aないし6aのそれぞれは、予めプログラム設定等により選択及び組み合わせられたものが電極案内子位置機構7により2軸方向に沿って個別に進退せしめられる。各案内子の進退手段はどれも同一であるので、ここでは案内子6aについての説明すると、上記位置機構7のケーシング7fに固定されたモータ7a-1の回転軸には従体7a-2が取り付けられ、その内周面には歯ネジが刻設されている。上記従体には、先端に歯ネジ7a-3を有するロッド7a-4が螺合せしめられ、上記ロッド7a-4の自由端にはチャック7a-5が固着されていて、上記チャックに電極案内子6aが取り付けられるようになっている。ロッド7a-4の軸直内周面は例えば四角形に形成され、ケーシング7fの底面に開けた四角孔に摺動自在に挿通されて

いる。そこで、モータ7a-1を回転させると、筒体7a-2はこれと共に回転するが、ロッド7a-4は四角な孔に挿通されているため回転できず、そのため、筒体7a-2内に組合せしめられた螺ネジ部7a-3は上記モータの正逆転に応じて筒中上下方向に移動し、これにより案内子6aが上下に移動せしめられる。他の案内子6b, 6c, 6d, 6eについても同様であり、それぞれに対応するモータ7b-1, 7c-1, 7d-1, 7e-1を回転させることにより、案内子6aないし6eの各先端をいずれもZ軸方向で所望の位置に設定される。従って、各案内子を例えば第2図に示す如く変位させ、テープ電極5を第1図に示した場合とは異なった経路に沿って走行せしめることにより、異なった形状の加工を施すことが可能となる。このとき、電極案内子のみならず、電極送出位置調整部12及び引取位置調整部17についてもそれぞれモータ13及び18を駆動することにより変位せしめて(第2図に示す状態に於ては両部を第1図の場合よりも中央部へ移動させてある。)、ガイドローラ10, 11と案内子6aとの間及びキャブ

スタン15と案内子6aとの間に張設されたテープ電極の角度を変更させることも可能である。

そして、更に各案内子6aないし6eの各先端位置を第1図または第2図の所定の一定状態に保ちつゝ、または順次プログラム等に従って各先端位置を変えつゝ、ステム3を軸の回りに回転させるか、回転角度を被加工体1の平面方向の走査等所望移動方向位置に於て制御しつゝ、所望四角状の加工を行なうものである。

而して、例えば第2図に示すような加工形状は、通常のワイヤカット放電加工装置では加工できず、従来はグラフィット等で作製した型彫り電極を用いて加工したり、或いは型彫り電極と同様の形状の電極案内体の表面にテープ電極を密着させて加工していたものであるが、前者の場合は電極の消耗、交換は不可避であり、また後者の場合に於ても加工形状に合せた電極案内体をその都度作製する必要があった。これに対して、本発明装置に於ては、上記加工期間中、テープ電極は佚々更新されるものであり、また電極案内子の配置を適

宜変更するだけで種々な形状の加工が可能であるから、上記の如き問題をすべて解決し得るものである。

次に、第3図に示す実施例について説明すれば、この実施例のものに於ては、各案内子をZ軸方向に移動させ得るのみならず、各案内子をX軸方向に平行移動させて案内子相互間の間隔を変化させ得るようになっており、これにより、第1図及び第2図に示した実施例のものより多様な加工形状に対応し得るようになっていく。

即ち、電極案内子変位機構21中、案内子6aについての機構を見てみれば、モータ21a-1、筒体21a-2、螺ネジ部21a-3、ロッド21a-4等は案内子6aをZ軸方向に移動させるためのものであり、第1図に示したモータ7a-1、筒体7a-2、螺ネジ部7a-3、ロッド7a-4等と同等のものである。而して、上記モータ21a-1の取付け棒21a-5には、ケーシング21fに取り付けられたモータ21a-7の回転軸に刻設したネジ21a-8が挿通され、モータ21a-7の回転に伴い、モータ21a-1がX軸方向(図中左右方向)に移動

するようになっている。モータ21a-1の回転軸は、ケーシング21fの仕切面に開けたX軸方向に延びる長孔21g中に回転自在な且つX軸方向に摺動自在に挿通され、また、軸端面が四角形のロッド21a-4はケーシング21fの底面に開けたX軸方向に延びる長孔21g中に回転不能な且つX軸方向に摺動自在に挿通されている。従って、いまモータ21a-1を回転させると、その正逆転に応じて案内子6aはZ軸方向に移動し、またモータ21a-7を回転させるとその正逆転に応じて案内子6aはX軸方向に平行移動する。案内子6b, 6c, 6d, 6eについても同様であり、それぞれの案内子に対応するモータ21b-1, 21c-1, 21d-1, 21e-1の回転により各案内子はZ軸方向に移動し、モータ21b-7, 21c-7, 21d-7, 21e-7の回転によりX軸方向に移動する。また、電極送出位置調整部12及び引取位置調整部17は、第1図に示した実施例の場合と同様に、それらの位置をX軸方向に沿って移動させることができるようになっていく。

そしてこの第3図のものは、加工ヘッド2のX

—Z断面であるから、該ヘッド2をスラム3軸の回りに制御回転等させて加工する状態の外、図示と同様の構成のものを、案内子6aないし6aの数をそれぞれ適宜増または減させて、断面異なるY軸方向に複数個設け、3次元形状の電極として構成作用させることもできる。

従って、第3図に示す実施例のものに於ては、第1図及び第2図の実施例のものに比べて、より広範な形状の加工が可能である。

次に、第4図には、本発明に係る放電加工装置に使用される電極案内子のこれまでとは異なった形状のものが示されている。即ち、同図中の電極案内子22a、22b、22cはこれまでの実施例に示したものと同様直線状のものであるが、電極案内子22d及び22eはL字型形状を有するものであり、また電極案内子22f及び22gはその先端にローラを取り付けたものである。而して、これらの電極案内子を用いた加工例の一つを説明すれば、先ず、各電極案内子を第4図に示す如く設定し、それらにテーブ電極5を図示の如く張設した上で、加工

ヘッド全体をZ軸方向に徐々に降下させ、所定の深さまで加工する。然るのち、ローラ付きの案内子22f及び22gを下方且つ内側へ移動させると共に、L字型案内子22d及び22eを徐々に外側へ移動させ、加工を行えば、被加工体1に対して実行の拡張した形状1a、1bが加工されるものである。上記の如き加工形状は、従来の型鋳り電極では加工不可能である。

なお、第4図及び第5図に示した加工例の如く、加工の途中で電極案内子の配置を変更する場合には、各電極案内子を位置させるための各モータ等の駆動制御は、X、Y、Z軸方向の加工送り制御する数値制御装置により、上記X、Y、Z軸方向の加工送りと同速させて制御する。

第6図は、本発明に係る放電加工装置の更に異なった実施例を示しており、この実施例のものは、電極案内子位置機構24のモータ24a-1、24b-1、24c-1を駆動することにより、それぞれに対応する略三角形の電極案内子23a、23b及び23cが互いに上下に相対移動して、テーブ電極の張設形状が変化

するようになっている。

次に、第7図及び第8図を参照しつつ本発明に係る放電加工装置に使用し得る電極案内子の更に異なった実施例について説明する。

これまで説明した実施例に於ける電極案内子は、それらを位置させるのにいずれもモータを用いていたが、第7図及び第8図に示すものは所望の加工形状に切り抜いた型板を利用するように構成してある。

即ち、第7図中、25、25は加工ヘッド内に固定された基板25上に一列に多数重畳で取り付けられた電極案内子、27a及び27bはテーブ電極5に所定の張力を与えるテンションローラ、28は上記各電極案内子と基板25の間に挿入されて電極案内子の先端を所望の加工形状に整列させる型板である。一つの電極案内子25の詳細は、第7図中H—H線に沿った拡大断面図として第8図に示されており、同図中、25a、25aは外筒、25b、25bは上記外筒25a、25aの中に入れ子状に挿入された内筒、25c、25cは上記外筒25a及び内筒25b間に作用して内筒25b

を外筒25aの中に引き込む力を及ぼす引張りバネ、25dは上記2本の内筒25b、25bの先端部に輪25eにより回転自在に取り付けられたローラ、25fは上記2本の外筒25a、25a間に固着された触手バー、25g、25gは上記外筒25a、25aを前記基板25に固定するネジであり、内筒25b、25bの先端のローラ25eにはテーブ電極5が張設されると共に、上記触手バー25fと基板25との間に前記型板28が差し込まれている。

而して、加工に際しては、テンションローラ27aまたは27bを引き上げ、各案内子の2本の外筒25a、25aの間を重畳させる形で型板28を挿入する。型板28は、例えばプラスチックや石膏等で作製されており、基板28と接触する上辺は直線状に形成されているが、これに対向する下辺28aは所望の加工形状に対応した輪郭を有するよう形成されている。従って、型板28が各案内子中に挿入、重畳されると、型板28の下辺28aは各電極案内子の触手バー25fと当接し、内筒25b、25bがバネ25c、25cの引張り力に抗して外筒25a、25aから押し出され、

これにより各電極案内子の先端のローラ25d, 25d'は上記型板の下辺28aの軸部線に対応した形状に配列されるものである。即ち、テープ電極5を各案内子先端のローラ25d, 25d'に沿って巻設し、被加工体とテープ電極を所定の加工間隙を保って対向させ、両者間に電圧パルスを加えることにより加工を開始する。加工送り、加工ヘッド全体を被加工体との対向方向に徐々に移動させ、或いは更に、図示しないステム3の揺り回転させるとか、また被加工体1をX-Y平面方向に移動させることによって行ない、またテープ電極もその消耗を補償するためゆっくりと走行させる。

而して、テープ電極がすべての案内子のローラに接触するためには、図示した例に於て、型板20の下辺28aが連続して下側に凸であることが必要であるが、加工形状によっては途中で上側に凸に変化することもあり、そのような場合には、例えば案内子25d'の如く2個のローラを有する案内子を用い、テープ電極を案内子の先端側のローラから内側のローラに一旦迂回させた上で隣の案内子

のローラに導くようにすると良い。

第7図及び第8図に示す如き電極案内子を備えれば、これらを加工形状に合わせて変位させるのにモータ等を使用せずその構造が単純であるから、多数の案内子を縦横に密接して配置することが可能であり、従って例えば、第7図に示す如く多数の案内子をX軸方向に沿って一列に配列したものを、手前から向う側へY軸方向に沿って多数列配置し、各列毎に個別のテープ電極を巻設すると共に、各列毎に順次軸部線の異なる型板を用いて加工を行なうよう構成すれば、通常の絶縁電極を用いた場合と略同様の3次元的な加工形状が一時に加工できる。

本発明は以上の如く構成されるので、本発明によるときには、テープ電極、鋼板電極、ワイヤ電極等の細長く且つ柔軟な電極体を用いて、電極案内体を交換することなく、所望の加工形状を長時間継続して加工し得る作業効率の高い放電加工装置が提供されるものである。

なお、本発明の構成は以上の実施例に限定され

るものではない。即ち、例えば、電極案内子の形状、配置及びこれに巻設されるワイヤ電極の巻設形態等は、加工形状その他の加工条件に応じて適宜変更されるものであり、また、各案内子を自動的に変位させる手段もモータに限定されることなく各種アクチュエータを利用し得るものであり、歯車その他の伝達機構を介して変位させることも可能である。上記電極案内子変位機構の駆動制御は、数値制御に限らず微細制御を適用することも可能である。また、上記実施例に於ては、消耗したワイヤ電極を回収ドラム20を用いて回収するよう構成したが、巻取器等を備えておきこれに回収したり、或いは適宜切断廃棄するように構成しても良い。従って、本発明はその目的の範囲内で当業者が容易に想到し得る総ての変更実施例を包摂するものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る放電加工装置の一実施例の要部を示す説明図、第2図はその動作を示す説明図、第3図は本発明に係る放電加工装置のその

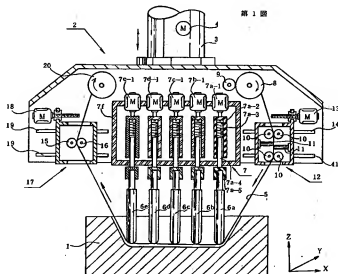
他の一実施例の要部を示す説明図、第4図は本発明に係る放電加工装置の電極案内子の異なる一実施例を示す説明図、第5図はその動作を示す説明図、第6図は本発明に係る放電加工装置の更に異なる一実施例の要部を示す説明図、第7図は本発明に係る放電加工装置の電極案内子の更に異なる一実施例を示す説明図、第8図は第7図に示した電極案内子の詳細を示すための第7図中B-B線に沿った拡大断面図である。

- 1-----被加工体
- 2-----加工ヘッド
- 3-----ステム
- 4-----モータ
- 5-----テープ電極
- 5a~5e-----電極案内子
- 7-----電極案内子変位機構
- 7a-1~7a-1'-----モータ
- 7a-2-----筒体
- 7a-3-----建本ジブ

- 7a-4-----ロッド  
 7a-5-----チャック  
 7f-----ケーシング  
 8-----テープ電極供給ドラム  
 9-----制動ローラ  
 10, 10-----ガイドローラ  
 11, 11-----通電ピン  
 12-----電極送出位置調節機構  
 13-----モータ  
 14, 14-----ガイドレール  
 15-----キャプスタン  
 16-----ピンチローラ  
 17-----電極引出位置調節機構  
 18-----モータ  
 19, 19-----ガイドレール  
 20-----電極回収ドラム  
 21-----電極室内子皮位機構  
 22a ~ 22g-----電極室内子  
 23a ~ 23c-----電極室内子  
 24-----電極室内子皮位機構

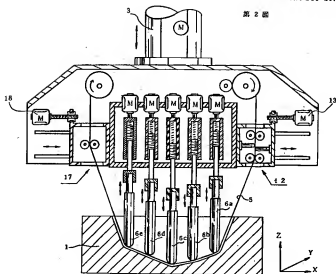
- 25, 25-----電極室内子  
 25a, 25a-----外筒  
 25b, 25b-----内筒  
 25c, 25c-----引張りバネ  
 25d-----軸  
 25e-----ローラ  
 25f-----触手バー  
 25g, 25g-----ネジ  
 26-----基板  
 27a, 27b-----テンションローラ  
 28-----型板

特許出願人 株式会社 井上ジャパックス研究所  
 代理人 (7524) 森上 正太郎

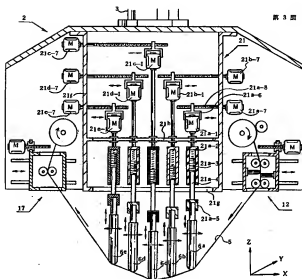




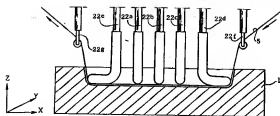
第2圖



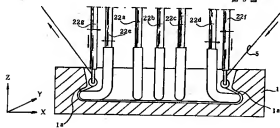
第3圖



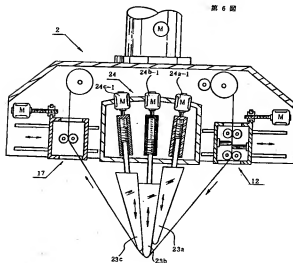
第 4 圖



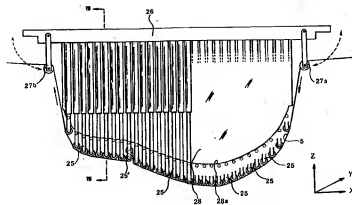
第 5 圖



第 6 圖



第 7 圖



第 8 圖

